4. 土壤質地與田間需水量

農業部農業試驗所農業化學組/許健輝/副研究員

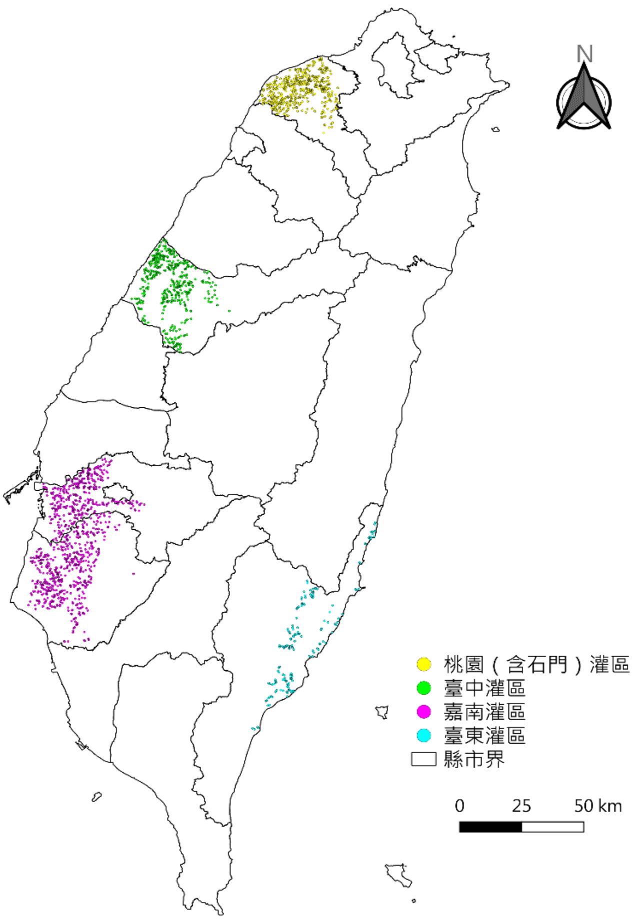
4.1 全臺土壤特性簡介

農田水利管理單位估算農田灌水量主要考量作物需水量及土壤水力特性 (最常見的為質地)，相較於地表蒸發散量，在旱作區域土壤水的滲漏及保水特性決定大部分的農田灌水量。然而，過去國內較缺乏大尺度之土壤水力特性圖資 (例如土壤有效水含量及導水度等)，若要使用現有調查資料進行面化，資料尚顯不足。農業試驗所於 97-109 年執行「土壤資源資訊建置計畫」，於全臺平地、坡地及山區土壤調查之樣本進行化學及物理性分析，土壤化學分析項目包括土壤酸鹼度、有機質含量、電導度、陽離子交換容量及萃取性陽離子濃度等，土壤物理分析項目包括土壤質地、飽和導水度、總體密度、水分特性曲線、團粒穩定度等，由於該計畫目的為建立全國性的土壤資源資料庫，重要之土壤水力特性之樣本採集不易 (如導水度) 及分析費時 (如水分特性曲線及有效性水分含量)，導致數據產製速度受限。對於變異程度大的土壤物理性質，若要用於灌區精準配水，除了須提高其採樣密度並且搭配空間預測模式之建立，方能加速提供具區域代表性之土壤水力特性資訊。

4.2 土壤水力參數、數位土壤繪圖

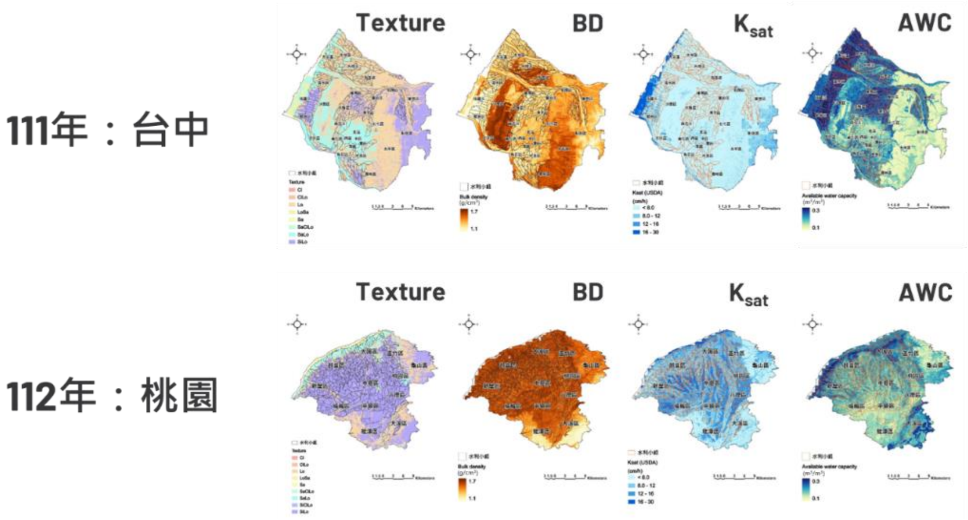
土壤水力 (物理) 特性無論在水平及垂直方向皆有相當大的變異，加上部分土壤物理性質 (如水分特性曲線) 分析時間長，因此，亟需利用科學化的方法來設計調查規劃，並且建立不同性質間的轉換方程式，以及發展有代表性的繪圖方法，以加速土壤水力性質圖資之產製。

本計畫於 111-114 年度分別於農田水利署臺中、桃園 (含石門)、嘉南、臺東管理處灌區進行土壤基礎水力調查 (圖一)，調查目標為每年度 8,000 公頃以上。為能使本計畫土壤調查數據符合農水單位應用，調查樣區最小單位設定為水利小組，首先排除過去已進行土壤調查之區域，剩下未調查之水利小組依據範圍內土系分布及作物栽種狀況採集 1-2 個樣點。此外，若過去曾調查之水利小組，但樣點位於該小組土系面積占比低之區域，亦會於該小組內挑選土系面積占比高的範圍進行調查。



圖一、本計畫 111-114 年土壤水力調查樣點分布圖。

數位土壤繪圖 (Digital Soil Mapping, DSM) 是根據土壤觀測資料搭配與其相關的土壤生成因子 (母質、氣候、時間、植生、地形等)，透過不同統計方法或機器/深度學習演算法建立的預測模型，進而預測未採樣區域土壤性質的方法，產製特性區域之空間分布圖。近 10 年，該技術已於全球不同區域/國家廣泛被使用，主要目的在於如何利用有限的資料來合理預測土壤性質的空間分布。以本計畫為例，4 個土壤水力參數 (土壤質地、有效水容量、總體密度及飽和導水度) 是土壤觀測資料，選用的預測參數包括年均溫、年總雨量、海拔、坡度、坡向、土類、植生指數等，利用機器學習 (如隨機森林、決策樹、Cubist) 來建立土壤水力參數的空間預測模式，進而預測未採樣區域 4 種土壤水力參數的空間分布。本計畫分別產製臺中、桃園 (含石門) 管理處灌區之表層土壤質地、總體密度、有效水容量及飽和導水度空間分布圖 (圖二)，建置我國主要農業區水力參數基礎圖資，進而精準估算區域灌溉用水量，提高農業水資源應用效率。



圖二、臺中及桃園灌區土壤基礎水力參數分布圖。

4.3 田間需水量推估方法與模式建立

本綱要計畫施政分項一 (建構作物需水量及土壤給水能力基盤之研究) 於 111-114 年度建置 7 種以上主要及栽種面積廣之作物需水量資料 (作物重要生育時期蒸發散量與作物係數)，包括水稻、玉米、大豆、甘藷等作物；同時，針對國內 4 處主要農業區 (臺中、桃園、嘉南及臺東灌區) 進行土壤水力特性調查，建立土壤質地、總體密度、飽和導水度、有效水分含量等土壤水力參數蒐集。本計畫規劃利用聯合國糧食及農業組織 (FAO) 發展之 CROPWAT 8.0 軟體輸入上述本綱要計畫建置之基盤資料，計算田間需水量及設計灌溉規劃，並結合地理資訊系統 (GIS)，提供不同空間及時間尺度之田間需水量資訊。田間需水量估算模組架構如圖三。

圖三、田間需水量估算模組架構圖。